

Рис. 3. Зависимость распределения CO по цеху от источника выброса.

Вывод: полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности работы вентиляционных систем в цеху, которые не позволяют накапливаться вредным газам в рабочей зоне. При отсутствии системы вентиляции или ее не исправности возможны заболевания рабочих. В связи с наличием случаев заболеваний ОРЗ рабочих, при работе печей, необходимо провести дополнительные исследования на исправность систем вентиляции и ее соответствие санитарным требованиям.

Список литературы: 1.Титов Н. Д., Степанов Ю. А. Технология литейного производства. М., 1978, 432 с. 2. Аксенов П. Н., Оборудование литейных цехов, М., 1968. 3. Основи охорони праці Навчальний посібник. За ред. В.В. Проф. Березуцького. 2-е видання – Х.: Факт, 2007. – 480 с. 4. ГОСТ 12.1.005 – 88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ.01.01.89. 5. Основы научных исследований. Руковод.авт.кол. И.М. Глушенко. – Киев: Вища школа. Головное изд-во.1983. – 158 с.

Поступила в редколлегию 01.09.2010

УДК 666.213

О.В. САВВОВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», м. Харків

ПЕРСПЕКТИВНІ ПОРУВАТІ КАЛЬЦІЙФОСФАТНІ СКЛОМАТЕРІАЛИ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті розглянуто перспективні методи одержання поруватих кальційфосфатних скломатеріалів для кісного ендопротезування. Встановлено, що використання методу дублювання полімерної матриці дозволить отримати біосумісні склокристалісні матеріали з регульованою розчинністю та відкритими каналними порами і поруватістю в межах 45 – 65 % для створення живому організмі єдиної клітинно-біоматеріальної структури.

In this paper perspective methods of porous calcium-phosphate glass materials production for bone endoprosthetics were reviewed. It was established that the use of polymer matrix duplication method permits the obtainment of biocompatible glass-ceramic with regulated solubility, open canal pores and porosity 45 – 65 % for creation of united cell-biomaterial structure in living organism.

Вступ. На сьогоднішній день найбільш актуальним є використання кісних імплантатів на основі кальційфосфатних скломатеріалів завдяки унікальності здатності зрощуватися з живою кісною тканиною [1, 2]. Нові підходи до одержання даних ендопротезів пов'язані з тенденціями створення матеріалів подібних до кіс-

ної структури. Перспективними біоматеріалами для кісного ендопротезування нового покоління – є так звані “живі” імпланти, які характеризуються єдиною клітинно-біоматеріальною структурою. Дані матеріали одержують шляхом вирощування на біоматеріалі-підкладині живих клітин певного типу. Роль підкладки виконують біоактивні керамічні, склоподібні, склокерамічні або композиційні матеріали, структура яких сформована таким чином, що б у неї могли проникати, закріплюватися і розвиватися клітини, необхідні для формування саме того типу тканин, в контакт з якими йому доведеться працювати в живому середовищі. Проникнення кісткових клітин в матеріал підкладки можливо тільки при наявності в ньому пор розміром не менше 150 мкм. Для формування в імплантаті кровоносної системи, що підтримує життєдіяльність цих клітин, необхідно, щоб пори були відкритими і мали діаметр близько 500 мкм. [3].

Для одержання поруватих склоподібних, склокристалічних і композиційних матеріалів використовують методи традиційні для технології скла: витравлювання розчинної складової ліквуючих скляних волокон і спінювання в'язкого розплаву скломаси. Дані методи засновані на структурних особливостях ліквуючого скла і ситалу, в'язкісних параметрах скляних розплавів. При використанні першого методу отримують нано- і макропоруваті матеріали, а другого – макропоруваті з розгалуженими відкритими порами. При одержанні поруватих матеріалів за керамічною технологією з використанням методу спікання вузько-фракційних порошків отримують матеріали з поруватістю не більше 50 %. Основний недолік спікання порошків скла в присутності газоутворювача полягає в складності отримання структур з порами однакового розміру. Відомий також метод вигоряючих добавок, який заснований на застосуванні порошків або гранул органічних сполук в якості газоутворювача. Прикладом таких добавок можуть бути графітові стрижні діаметром 0,5 – 0,7 мм, які рівномірно розподіляються в відпресованій заготовці з порошку кальційфосфатного скла. При використанні методу вигоряючих добавок можна одержати структуру з двома видами пор – каналами діаметром від 540 мкм і округлими порами в міжканальному просторі розміром 30 – 140 мкм. Найбільш цікавими і перспективними для відтворення таких складних моделей з багаторівневою градієнтної структурою є золь-гель метод і лазерна технологія пошарового нарощування [3].

Одним з перспективних методів одержання «інтелектуальних» поруватих матеріалів нового покоління є застосування методу дублювання полімерної матриці. Основна перевага даного методу – можливість отримання структури з відкритою поруватістю від 90 до 95 %. Структура поруватого матеріалу (розміри пор, кількість і спосіб їх з'єднання) задає матриця з полімерної піни. У піні, як правило, присутні пори з широким діапазоном розмірів, і шлікер повинен заповнювати однаково добре і великі, і дрібні пори і при цьому утворювати однорідне по товщині покриття по всій поверхні піни [3].

Методом дублювання можуть бути отримані склоподібні, склокристалічні і композиційні поруваті матеріали, причому у разі застосування біоактивних полімерів та біоактивних порошків стадія спікання необов'язкова. Так, можна отримати композиційний матеріал з макропоруватою структурою і широким діапазоном розмірів пор (10 – 1000 мкм) та об'ємною поруватістю 70 – 95 % на основі кри-

сталічних фосфатах кальцію (наприклад ГАП), біоскла (Bioglass) або композиційний матеріал на основі порошків скла системи $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{Na}_2\text{O} - \text{MgO}$ і поруватої β -трикальційфосфатної кераміки та високо-поруватої полімерної піни – біоінертної матриці. Тим же методом отримані високопоруваті скловидні спечені матеріали на основі порошку скла Bioglass з розміром часток 5 мкм і поліуретанової піни (біоінертна матриця) шляхом термообробки при 900, 950 або 1000 °С. [3]. Ще одна модифікація методу дублювання матриці – додавання до складу шлікеру вигораючих добавки, що надає додаткову поруватість кінцевого матеріалу. Комбінацією методу вигораючих добавок і дублювання матриці отриманий біоактивний композиційний керамічний матеріал на основі шлікеру з порошків ГА, оксиду титану та полімерної піни. Досягнутий рівень поруватості $65 \pm 4 \%$ діаметр пор 100 – 1000 мкм, модуль Юнга – $1,7 \pm 0,2$ ГПа, міцність при вигині – $2,1 \pm 0,3$ МПа, при стисненні 7 ± 1 МПа [4].

Відомі способи отримання поруватих матеріалів із застосуванням методу дублювання полімерної матриці на основі порошків фосфатів кальцію; суміші порошків фосфатів кальцію і стекл системи $\text{MgO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaF}$ або $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5$; на основі порошку скла системи $\text{MgO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$, фазовий склад якого після випалу був представлений трикальційфосфатом і діопсидом; суміші порошків гідроксіапатиту і порошків скла системи $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5$ [5].

В якості поруватої полімерної матриці в перерахованих способах застосовують переважно пінополіуретан. Метод дозволяє чітко повторювати порувату структуру полімерної матриці. Його безперечною перевагою є, то що в промисловості освоєно виробництво пінополіуретану з різним розміром і розподіл їх за розмірами, його просочення шлікерами із різних матеріалів, сушка і термообробка, яка забезпечує одержання високопроникної кераміки. У той же час при випалюванні поліуретанової матриці виділяються отруйні гази, які необхідно знешкоджувати [5].

Метою даної було одержання поруватого біосумісного склокристалічного матеріалу на основі резорбуючого скла системи $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{Li}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2 - \text{MgO}$.

Методика експерименту. Водопоглинання і поруватість визначали з використанням установки для насичування зразків рідиною у вакуумі і терези для гідростатичного зважування [7]. Характер поруватості та розмір пор визначали з використанням оптичного мікроскопу МІН-8.

Експериментальні результати та їх обговорення. В роботі для одержання резорбуючих біосумісних склокристалічних матеріалів була обрана система $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{Li}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2 - \text{MgO}$, синтезовано 11 модельних стекл та досліджено їх кристалізаційну здатність [8].

Для одержання поруватого біосумісного склокристалічного матеріалу було обрано метод дублювання полімерної матриці. Метод складається з стадії вибору матриці, складання шлікеру, заповнення ним матриці, сушки зразку композиту та спікання склоподібної основи шлікеру одночасно з випалюванням полімерної матриці. У якості матриці нами було обрано полімерний матеріал – губка. У якості наповнювача – резорбуючі модельні стекла № 9, 11, які характеризуються наявністю значної кількості NaCaPO_4 після варіння та $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ після термооб-

робки. Для якісного просочування матриці скломатеріалом нами було одержано шлікер з густиною $1,5 \text{ г/см}^3$. Для підвищення міцності шлікеру до його складу було додатково введено 3 мас. % триполіфосфату натрію та 10 мас. % діоксиду циркону для підвищення міцності композиту. Сушіння зразків тривало 1 годину при температурі 100°C . Термообробка композиту з метою випалювання полімерної матриці та кристалізації гідроксіапатиту була проведена при температурі 1000°C .

За результатами дослідження поруватості та водопоглинання зразків встановлено, що найвищими показники відповідно 65 % та 49 % характеризується скло № 9 з вмістом діоксиду циркону 10 мас. %. Високі показники вказаного зразку пов'язані в першу чергу з високою кристалізаційною здатністю скла після термообробки. Тугоплавкість фосфатів кальцію та діоксиду циркону перешкоджає оплавленню скломатриці під дією високих температур, тим самим зберігаючи порувату структуру полімерної матриці в композиті.

Також було досліджено розчинність дослідних зразків в дистильованій воді, фізичному розчині та альбуміні. Найвищими показниками розчинності близько 0,8 – 1 % характеризуються дослідні зразки після витримки в фізичному розчині та альбуміні, що пов'язано з підвищенням агресивності середовища. Було встановлено, що розчинність зразку підвищується зі збільшенням показника його поруватості та водопоглинання.

З використанням оптичного мікроскопу нами були зроблені знімки поверхні одержаних зразків. На фотографіях спостерігаються відкриті каналні пори розміром від 125 до 750 мкм (рис).

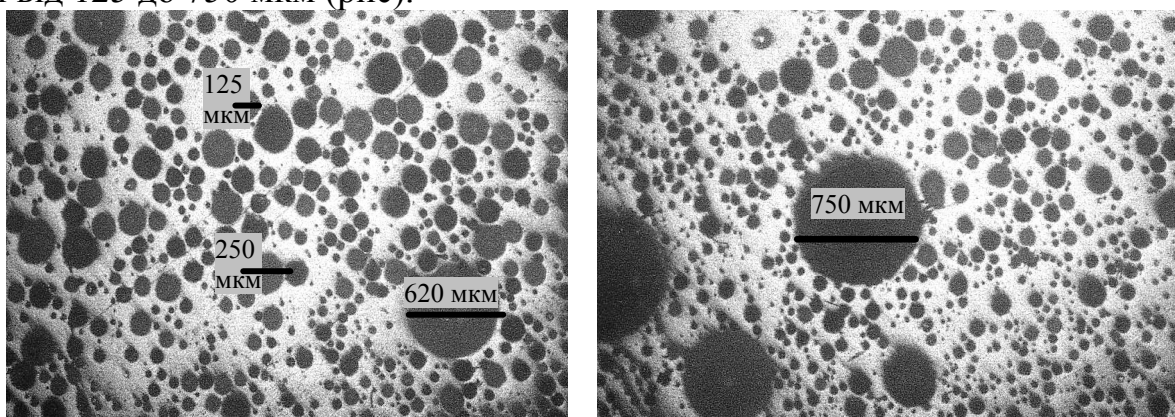


Рис. Знімки поверхні одержаних зразків

Висновки. За результатами проведених досліджень було встановлено перспективність застосування методу дублювання полімерної матриці для одержання поруватих імплантів для кісного ендопротезування. Наявність розвинутої поруватості дослідних зразків в межах 45 – 65 % та відкритих каналних пори розміром від 125 до 750 мкм. дозволить створити в живому організмі єдину клітинно-біоматеріальну структуру та забезпечить високу біосумісність розробленого матеріалу.

Список літератури: 1. Саркисов П.Д. Направленная кристаллизация стекла – основа получения многофункциональных стеклокристаллических материалов. - М.:РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997. – 218 с. 2. Путляев В. И. Современные биокерамические материалы / В. И. Путляев // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Том 8. – №1. – С. 44 – 50. 3. Пористые материалы на основе стекла / [Саркисов П. Д., Строганова Е.Е., Михайленко Н.В., Бучилин Н.В.] //

Стекло и керамика. – 2008. – №10. – С. 13 – 16. 4. Мاستрюкова Д.Л. Стеклокерамика с регулируемой пористой структурой для медицины / Д.Л. Мاستрюкова, Б.И. Белецкий, О.В. Полухина // Стекло и керамика. – 2007. – № 4. – С. 23 – 26. 5. Пористые материалы на основе фосфатов кальция / [Беляков А.В., Лукин Е.С., Сафронова Т.В., Сафина М.Н., Путляев В.И.] // Стекло и керамика. – 2008. – №10. – С. 17 – 19. 6. Бучилин Н.В., Строганова Е.Е. Спеченные стеклокристаллические материалы на основе кальций-фосфатных стёкол // Стекло и керамика. – 2008. – № 8. – С. 8 – 11. 7. Лукин Е.С. Технический анализ и контроль производства керамики / Е.С.Лукин, Н.Т. Андрианов. М. : Стройиздат, 1986. – С.162 – 167. 8. Саввова О.В. Проблеми синтезу стекол систем $R_2O - RO - RO_2 - P_2O_5 - SiO_2$ / О.В.Саввова, Л.Л.Брагіна // Вопросы химии и химической технологии. – 2007. – № 4. – С. 1 – 7.

Надійшла до редколегії 10.09.10

УДК 553.587

В.Ф. МОЇСЄЄВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХП», м. Харків

О.М. ФІЛЕНКО, асистент НТУ «ХП», м. Харків

А.Ю. МАСІКЕВИЧ канд. техн. наук, доц. Чернівецький філіал НТУ «ХП»

ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНИХ І СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ВИСОТУ ГАЗОРІДИННОГО ША- РУ В КОМБІНОВАНОМУ КОНТАКТНОМУ ПРИСТРОЇ

В статті досліджено роботу комбінованого контактного пристрою що працює в режимі підвищеної турбулізації і складається із регулярної рулонної насадки в комбінації із провальними дірчастими тарілками. Розглянуто вплив швидкості руху газу, щільності зрошення, площі вільного перетину решіток та діаметру решіток на висоту газорідного шару. По результатам дослідження виведена розрахункова формула.

В статье исследовалась работа комбинированного контактного устройства которое работает в режиме повышенной турбулизации и состоит из регулярной насадки в комбинации с провальными дырчатыми тарелками. Рассмотрено влияние скорости газа, плотности орошения, площади свободного сечения и диаметра решеток на высоту газожидкостного слоя. По результатам исследования выведена расчетная формула.

У зв'язку з тим, що за останні роки чітко визначився напрямок, пов'язаний з впровадженням екологічно-чистих, високоефективних та не енергоємних технологій, постає питання що до вдосконалення та інтенсифікації уже існуючих дифузійних та подібних до них процесів в інтенсивних режимах розвинутої турбулентності при великих швидкостях газу та рідини. До апаратів що працюють в таких режимах відносяться пінні апарати, насадочні емульгаційні колони, швидкісні масообмінні апарати і подібне обладнання, що дозволяє різко підвищити отримання продукції з одиниці об'єму апарату. Саме турбулізація газорідної системи призводить до збільшення інтенсивності масообмінних апаратів.

При дослідженні роботи комбінованого контактного пристрою (мал.1) що працює в режимі підвищеної турбулізації і складається із регулярної рулонної насадки в комбінації із тарілками з малими отворами $d_e = 0,005$ м та вільним перетином $S_0 = 0,195$ м²/м², при $w_z = 5$ м/с, та зрошенням $L_0 = 5$ м³/м²год ми спостерігали не значну висоту піни $H = 140-160$ мм. При застосуванні насадки, вдалося отримати однорідну, високотурбулизовану структуру. Це було досягнуто за рахунок скручування газових та рідинних потоків і відповідно рівномірного розподілу по